



# コンクリート中性化深さ測定における呈色範囲の 時間変化に関する研究

齊藤 隆典\* 趙 衍剛\*\*

## Study on the Coloration Time History of the Concrete Neutralization Measurement

Takasuke SAITO\* Yan-Gang ZHAO\*\*

### 1. 序論

コンクリートの中性化反応は二酸化炭素がコンクリート内部に侵入し炭酸化反応を引き起こすことにより生じ、本来アルカリ性であるコンクリートの pH を下げる現象であり、劣化減少の一つである。この中性化の進展具合を測定する方法としては、フェノールフタレイン溶液による呈色法を用いて目視により測定を行うことが一般的である。しかしながら、この方法では呈色範囲が時間経過に伴って変化することが知られており、計測条件によっては正確な測定結果が得られない可能性があることが既往の研究<sup>1)</sup>においても指摘されている。

そこで本研究ではこのような背景を鑑み、デジタルカメラによる撮影画像データを解析する手法を用いて、コンクリート中性化深さ測定における呈色範囲の時間変化について検討することを目的とする。

### 2. コンクリート中性化深さ測定方法

#### 2. 1 目視による測定方法

目視による中性化深さ測定の概要を図 1 に示す。本研究では、JIS A 1152\_2011<sup>2)</sup> に基づき、試験体を割裂後、フェノールフタレイン 1% 溶液を割裂面に噴霧し、図 1 のように未呈色部分 7 箇所の中性化深さについてノギスを用いて測定し、その平均値を求めた。また、測定位置に骨材がある場合等では、JIS に基づき、その両端の中性化位置を結んだ直線で補間し測定を行った。

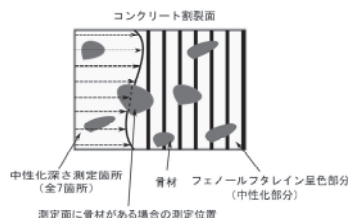


図 1 目視測定の概要



図 2 撮影の様子

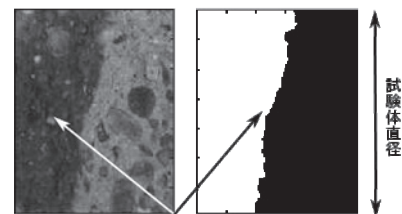


図 3 画像解析による中性化深さ測定の一例  
(a)撮影画像 (b)画像解析結果

#### 図 3 画像解析による中性化深さ測定の一例

#### 2. 2 画像解析による測定方法

本研究ではデジタルカメラにより試験体を撮影し、その画像データを解析することで中性化深さを計測する方法を用いる。撮影は図 2 に示すようにデジタルカメラと試験体が平行となるように配置して実施した。試験体にフェノールフタレイン溶液を噴霧後 20 秒間ドライヤによる乾燥を行った後、割裂面を撮影した。また、呈色範囲の時間変化を捉えるため、10 秒毎のインターバル撮影を 5 分間実施し、連続画像データを取得した。

撮影した画像データを用いて画像解析からコンクリートの中性化部分を判定するため、本研究では Lab 表色系を採用する。Lab 表色系による色情報に基づき中性化の

\*助教 建築学科

Assistant Professor, Department of Architecture

\*\*教授 建築学科

Professor, Department of Architecture

判定を行い、フェノールフタレインの赤紫色の発色を識別し、未呈色部分を中性化部分と判断する。本研究では撮影画像の呈色部分について任意の10点からLab値を測定し、中性化領域の閾値として、 $0 < L < 120$ ,  $145 < a < 174$ ,  $100 < b < 135$ を設定した。尚、画像解析では図3に示す未中性化部分の面積をコンクリート試験体の直径で除した値を平均中性化深さとして算出した。これらの判定条件を用いてコンクリート割断面の撮影画像から中性化深さの平均値を求めた。

### 3. 測定結果および考察

#### 3. 1 画像解析結果の妥当性の検証

本研究では8物件126本の試験体について中性化試験および画像解析を行った。その一例として昭和55年竣工の物件についてペンキ仕上げ、室内壁から抜き出した48本について検討を行った。画像解析の計測結果の妥当性を確認するため、目視測定結果および画像解析結果の中性化深さの平均値を測定し比較した。尚、撮影開始直後と60秒後の中性化深さ測定を行っている。計測結果の一例を表1に示す。この表より目視および画像解析の中性化深さ計測値は概ね対応していることが分かる。他の試験体においても両者の誤差は15%程度の範囲に収まっており、画像解析の計測値は概ね妥当であると言える。

#### 3. 2 画像解析結果

図4に画像解析による中性化深さ測定における解析結果を示す。点線は10本の試験体における試薬噴霧後の経過時間と中性化深さの割合、また実線は10本の試験体から求めた中性化深さ減少割合の平均値を示す。なお、グラフの横軸は経過時間、縦軸は次式で表す、中性化深さの減少割合を示す。この図に示すように、数値の大小は見られるが、いずれの試験体も試薬噴霧後に中性化深さは減少することが確認できる。また、試験体により中性化深さの減少の程度は異なり、試薬噴霧300秒間までに2割未満の減少が見られる減少割合の小さい試験体と2割以上の減少が見られる減少割合の大きい試験体に分かれる。減少割合が大きい試験体では試薬噴霧300秒後までにおよそ3割から5割の減少が見られ、多いものでは7割の減少が見られた。中性化深さ減少割合が小さい試験体では試薬噴霧300秒後までに1割程の減少が見られた。試薬噴霧後の時間経過と中性化深さ変化の傾向としては、減少割合の大きさに関わらず、いずれの試験体でも試薬噴霧後30秒間の減少が最大であり、およそ180秒後まで緩やかな中性化深さの減少が見られることが分かった。

フェノールフタレイン溶液噴霧後に中性化深さ減少の

表1 中性化深さ測定値の比較

試験体 No.	経過時間 (sec)	目視測定 (mm)	画像解析 (mm)
001	0	34.644	39.167
	60	23.928	23.266

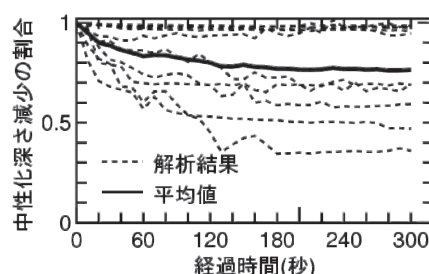


図4 中性化深さの時間変化と減少割合

程度に差が生じる要因としてコンクリートに含まれる骨材やセメントの量との関連を推測し、各種コンクリート材料特性との関連性を検討した。その結果、現状では減少割合が大小と材料特性のいずれのパラメータとも関連は認められなかった。今後、更に計測する試験体数を増やし、継続して検討する必要があると思われる。

### 4. 結論

本研究ではコンクリート中性化測定におけるフェノールフタレイン呈色範囲の変化から中性化深さの時間変化を画像解析により捉えた。得られた結果を以下に示す。

- ・画像解析による手法は目視測定結果との比較から、概ね妥当な中性化深さを測定できることが確認された。
- ・画像解析を用いた中性化深さ測定の結果、フェノールフタレイン溶液噴霧後、呈色範囲の変化により中性化深さが時間経過に伴い減少することを明らかにした。
- ・中性化深さは試薬噴霧直後の変化が大きく、その後も中性化深さの減少は続くが、およそ180秒から安定した数値となることが確認された。
- ・試薬噴霧後に中性化深さの時間変化割合の大小が見られ、この差が生じる要因について検討したものの、本計測では材料特性との関連は見られなかった。

### 参考文献

- (1) 佐藤周之, 内田健一郎, 横井克則, 野中資博, フェノールフタレイン法によるコンクリート中性化の詳細評価技術に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.1, (2009), p.2023-2028
- (2) JISA 1152\_2011, コンクリートの促進中性化試験